

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Juli 2005 (14.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/063537 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60T 8/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/014593

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Dezember 2004 (22.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 60 732.3 23. Dezember 2003 (23.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse  
225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAAB, Markus  
[DE/DE]; Römerstrasse 1, 74912 Kirchardt (DE).

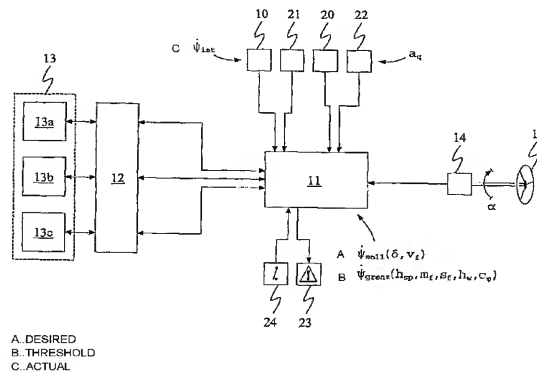
(74) Anwälte: PFEFFER, Frank usw.; DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546  
Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR REDUCING ROLL IN A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR KIPPVERHINDERUNG FÜR EIN FAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a device and to a method for reducing roll in a vehicle. Said device comprises a detection device (10), which determines an actual value ( $\Psi_{ist}$ ) of a yaw rate variable describing the yaw rate of the vehicle, an evaluation unit (11), which determines a desired value ( $\Psi_{soll}$ ) of the yaw rate variable and a threshold value ( $\Psi_{grenz}$ ) of the yaw rate variable, and a control device (12) which is used to control vehicle units (13) which influence the longitudinal and/or transversal dynamics of the vehicle. The evaluation unit (11) controls the vehicle unit which is based on a comparison between the determined actual value ( $\Psi_{ist}$ ) of the yaw rate variable and the determined desired value of the yaw rate variable of the vehicle unit (13) in such a manner that the determined actual value ( $\Psi_{ist}$ ) of the yaw rate variable receives the determined desired value ( $\Psi_{soll}$ ) of the yaw rate variable. In the event that the desired value ( $\Psi_{soll}$ ) of the yaw rate variable exceeds the threshold value ( $\Psi_{grenz}$ ) of the yaw rate variable, the evaluation unit (11), which is used to prevent the vehicle from rolling, limits the determined desired value ( $\Psi_{soll}$ ) of the yaw rate variable to the level of the determined threshold value ( $\Psi_{grenz}$ ) of the yaw rate variable. According to the invention, the evaluation unit (11) determines the threshold value ( $\Psi_{grenz}$ ) of the yaw rate variable according to a threshold value ( $\Phi_{grenz}$ ) of a roll angle variable ( $\Phi$ ) describing a roll angle of the vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug, mit einer Erfassungseinrichtung (10), die einen Istwert ( $\Psi_{ist}$ ) einer die Gierrate des Fahrzeugs beschreibenden Gierratengröße ermittelt, mit einer Auswerteeinheit (11), die einen Sollwert ( $\Psi_{soll}$ ) der Gierratengröße und einen Grenzwert ( $\Psi_{grenz}$ ) der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/063537 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Gierratengröße ermittelt, und mit einer Steuereinrichtung (12) zur Ansteuerung von Fahrzeugaggregaten (13), die zur Beeinflussung der Längs- und/oder Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehen sind. Die Auswerteeinheit (11) steuert hierbei auf Basis eines Vergleichs zwischen dem ermittelten Istwert ( $\Psi_{\text{ist}}$ ) der Gierratengröße und dem ermittelten Sollwert der Gierratengröße die Fahrzeugaggregate (13) derart an, dass der ermittelte Istwert ( $\Psi_{\text{ist}}$ ) der Gierratengröße den ermittelten Sollwert ( $\Psi_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße einnimmt, wobei für den Fall, dass der Sollwert ( $\Psi_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße den Grenzwert ( $\Psi_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße überschreitet, die Auswerteeinheit (11) zur Vermeidung eines Umkippen des Fahrzeugs den ermittelten Sollwert ( $\Psi_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße auf den ermittelten Grenzwert ( $\Psi_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße begrenzt. Erfindungsgemäß ermittelt die Auswerteeinheit (11) den Grenzwert ( $\Psi_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße in Abhängigkeit eines Grenzwerts ( $\phi_{\text{grenz}}$ ) einer einen Kippwinkel des Fahrzeugs beschreibenden Kippwinkelgröße ( $\phi$ ).

## Vorrichtung und Verfahren zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug, mit einer Erfassungseinrichtung, die einen Istwert einer die Gierrate des Fahrzeugs beschreibenden Gierratengröße ermittelt, mit einer Auswerteeinheit, die einen Sollwert der Gierratengröße und einen den Sollwert zur Vermeidung eines Umklippens des Fahrzeugs geeignet begrenzenden Grenzwert der Gierratengröße ermittelt, und mit einer Steuereinrichtung zur Ansteuerung von Fahrzeugaggregaten, die zur Beeinflussung der Längs- und/oder Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehen sind. Die Auswerteeinheit steuert hierbei auf Basis eines Vergleichs zwischen dem ermittelten Istwert der Gierratengröße und dem ermittelten Sollwert der Gierratengröße die Fahrzeugaggregate derart an, dass der ermittelte Istwert der Gierratengröße den ermittelten Sollwert der Gierratengröße einnimmt, wobei für den Fall, dass der Sollwert der Gierratengröße den Grenzwert der Gierratengröße überschreitet, die Auswerteeinheit zur Vermeidung eines Umklippens des Fahrzeugs den ermittelten Sollwert der Gierratengröße auf den ermittelten Grenzwert der Gierratengröße begrenzt.

Ein derartiges Stabilisierungssystem zur Erhöhung der Kippstabilität eines Fahrzeugs geht aus der Druckschrift DE 198 30 189 A1 hervor. Das Fahrzeug weist eine Einrichtung zur Giermomentregelung auf, die in bekannter Weise durch Eingriffe in Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs die Gierrate des Fahrzeugs auf einen von Fahrervorgaben abhängigen Sollwert regelt, wobei der Sollwert zur Vermeidung eines Umklippens des Fahrzeugs auf einen physikalisch sinnvollen Wert begrenzt wird. Die physikalischen Betrachtungen berück-

sichtigen neben den Reibwertverhältnissen der Fahrbahnoberfläche zusätzlich eine kritische Querbesehleunigung, bei deren Erreichen das Fahrzeug ins Kippen gerät.

Aufgabe der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, ein alternatives Stabilisierungssystem zur Erhöhung der Kippstabilität eines Fahrzeugs zu schaffen, mit dem eine ebenso zuverlässige wie unmittelbare Beurteilung des momentanen Kippzustands des Fahrzeugs ermöglicht wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug umfasst eine Erfassungseinrichtung, die einen Istwert einer die Gierrate des Fahrzeugs beschreibenden Gierratengröße ermittelt, und eine Auswerteeinheit, die einen Sollwert der Gierratengröße und einen den Sollwert zur Vermeidung eines Umkippens des Fahrzeugs geeignet begrenzenden Grenzwert der Gierratengröße ermittelt. Weiterhin ist eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung von zur Beeinflussung der Längs- und/oder Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehenen Fahrzeugaggregaten vorhanden. Hierbei steuert die Auswerteeinheit die Fahrzeugaggregate auf Basis eines Vergleichs zwischen dem ermittelten Istwert der Gierratengröße und dem ermittelten Sollwert der Gierratengröße derart an, dass der ermittelte Istwert der Gierratengröße den ermittelten Sollwert der Gierratengröße einnimmt, wobei für den Fall, dass der Sollwert der Gierratengröße den Grenzwert der Gierratengröße überschreitet, die Auswerteeinheit zur Vermeidung eines Umkippens des Fahrzeugs den ermittelten Sollwert der Gierratengröße auf den ermittelten Grenzwert der Gierratengröße begrenzt. Erfindungsgemäß ermittelt die Auswerteeinheit den Grenzwert der Gierratengröße in Abhängigkeit eines Grenzwerts einer Kippwinkelgröße des Fahrzeugs beschreibenden Kippwinkelgröße. Die Werte, die die Kippwinkelgröße im Verlauf der Fahrt des Fahrzeugs annehmen kann, spannen einen  $n$ -dimensionalen ( $n \in \mathbb{N}$ ) Werteraum auf, der sich in zwei  $n$ -dimensionale Unterräume aufteilen lässt, von denen ein erster all jene Werte

der Kippwinkelgröße umfasst, die zu einem kippstabilen Zustand des Fahrzeugs führen, während ein zweiter all jene Werte der Kippwinkelgröße umfasst, bei denen das Fahrzeug einen kippenden Zustand annimmt. Die Kippwinkelgröße erlaubt daher aufgrund der eindeutigen Zuordnung zu einem der beiden Unterräume eine ebenso zuverlässige wie unmittelbare Beurteilung des momentanen Kippzustands des Fahrzeugs. Dementsprechend wird zur Verhinderung eines Umkippens der Grenzwert der Kippwinkelgröße derart gewählt, dass dieser ein Element des ersten Unterraums ist. Die von den beiden Unterräumen umfassten Werte der Kippwinkelgröße können entweder in Form diskreter Einzelwerte oder aber in Gestalt eines Kontinuums vorliegen. Bei der Kippwinkelgröße handelt es sich insbesondere um den Wankwinkel des Fahrzeugs, der eine Drehung des Fahrzeugs um eine in Fahrzeuglängsrichtung orientierte Wankachse beschreibt.

Vorteilhafte Ausführungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Es ist von Vorteil, wenn der Grenzwert der Kippwinkelgröße Teil der durch die beiden Unterräume gebildeten Schnittmenge ist, sodass der von der Auswerteeinheit ermittelte Grenzwert der Kippwinkelgröße einen definierten Übergang zwischen einem kippstabilen und einem kippenden Zustand des Fahrzeugs charakterisiert. In diesem Fall lässt sich der Grenzwert der Gierratengröße derart ermitteln, dass eine durch Eingriffe in die Fahrzeugaggregate vorgenommene Begrenzung des Sollwerts der Gierratengröße nur dann erfolgt, wenn es der momentane Kippzustand des Fahrzeugs tatsächlich erforderlich macht. Auf diese Weise wird ein erheblicher Komfortgewinn sowohl für den Fahrer als auch für weitere Insassen des Fahrzeugs erreicht.

Die Auswerteeinheit ermittelt den Sollwert der Gierratengröße beispielsweise in Abhängigkeit einer ermittelten Lenkwinkelgröße, die den an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs einstellbaren Lenkwinkel beschreibt, und/oder einer Längsgeschwindig-

keitsgröße, die die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs beschreibt, wobei die Verwendung eines einfachen und in den meisten Fällen ausreichenden Einspur-Fahrzeugmodells möglich ist (vgl. „Bosch, Kraftfahrtechnisches Taschenbuch“, Vieweg-Verlag, 23. Auflage, S. 707 f.)

Im Sinne einer zuverlässigen Erfassung des momentanen Kippzustands des Fahrzeugs besteht die Möglichkeit, dass die Auswerteeinheit den Grenzwert der Gierratengröße in Abhängigkeit von Größen ermittelt, die den Beladungszustand und/oder Geometrieeigenschaften und/oder Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisieren.

Der Beladungszustand des Fahrzeugs kann insbesondere durch Angabe der Schwerpunktlage und/oder der Masse des Fahrzeugs präzise charakterisiert werden. Dementsprechend umfassen die den Beladungszustand des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Schwerpunktlagengröße, die die Lage des Schwerpunkts des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Massegröße, die die Masse des Fahrzeugs beschreibt.

In Zusammenhang mit den Geometrie- und Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs hat vor allem die Spurbreite, die Lage des Kippzentrums und die Kippsteifigkeit der Karosserie des Fahrzeugs erheblichen Einfluss auf das Kippverhalten des Fahrzeugs. Es ist daher von Vorteil, wenn die die Geometrieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Spurbreitengröße, die die Spurbreite des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Kippzentrumslagengröße, die die Lage des Kippzentrums des Fahrzeugs beschreibt, umfassen. Entsprechendes gilt für die die Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisierenden Größen, die vorzugsweise eine Kippsteifigkeitsgröße umfassen, die die Kippsteifigkeit des Fahrzeugs beschreibt.

Vorteilhafterweise ermittelt die Auswerteeinheit die Schwerpunktlagengröße und/oder die Massegröße während und/oder vor

Beginn der Fahrt des Fahrzeugs, sodass zur Ermittlung des Grenzwerts der Gierratengröße jeweils dem aktuellen Beladungszustand des Fahrzeugs entsprechende Werte für die Schwerpunktlagengröße und/oder die Massegröße zur Verfügung stehen.

Die Ermittlung der Schwerpunktlagengröße und/oder der Massegröße kann mit guter Genauigkeit in Abhängigkeit von Größen, die den Bewegungszustand des Fahrzeugs charakterisieren, und/oder in Abhängigkeit des zeitlichen Verhaltens wenigstens einer dieser Größen erfolgen. Eine besonders hohe Genauigkeit wird erreicht, wenn die den Bewegungszustand des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Wankwinkelgröße, die den Wankwinkel des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Nickwinkelgröße, die den Nickwinkel des Fahrzeugs beschreibt, umfassen. Die Bestimmung der Wankwinkelgröße und/oder der Nickwinkelgröße erfolgt beispielsweise durch Auswertung der an Radfedereinrichtungen des Fahrzeugs auftretenden Einfederwege oder aber mittels geeigneter Winkelsensoren.

Zur Verringerung des von der Auswerteeinheit durchzuführenden Rechenaufwands besteht alternativ zur vorstehend beschriebenen Ermittlung der Schwerpunktlagengröße und/oder der Massegröße die Möglichkeit, dass in der Auswerteeinheit jeweils ein fest vorgegebener Wert für die Schwerpunktlagengröße und/oder die Massegröße abgelegt ist. Die in der Auswerteeinheit abgelegten Werte werden derart vorgegeben, dass selbst ungünstige Beladungszustände des Fahrzeugs berücksichtigt werden und zu keinem Umkippen des Fahrzeugs führen können („worst case“).

Weiterhin kann die Auswerteeinheit zur zuverlässigen Erfassung des momentanen Kippzustands des Fahrzeugs den Grenzwert der Gierratengröße in Abhängigkeit von Größen ermitteln, die die Querdynamik des Fahrzeugs charakterisieren. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die auf das Fahrzeug wirkende Querbeschleunigung von Bedeutung, sodass es von Vorteil ist,

wenn die die Querdynamik des Fahrzeugs beschreibenden Größen eine Querdynamikgröße umfassen, die die auf das Fahrzeug wirkende Querbeschleunigung beschreibt.

Eine exakte und verzögerungsarme Beeinflussung des Istwerts der Gierratengröße im Sinne des Sollwerts der Gierratengröße wird insbesondere dann ermöglicht, wenn es sich bei den Fahrzeugaggregaten um zur Erzeugung eines auf das Fahrzeug wirkenden Vortriebs vorgesehene Antriebsmittel und/oder um zur Abbremsung von Rädern des Fahrzeugs vorgesehene Bremsmittel und/oder um zur Beeinflussung der Lenkung des Fahrzeugs vorgesehene Lenkmittel handelt. Die Antriebsmittel umfassen unter anderem Motor, Getriebe und Getriebekupplung des Fahrzeugs, wohingegen die Bremsmittel Rädern des Fahrzeugs zugeordnete Radbremseinrichtungen aufweisen. Die Bremsmittel sind vorzugsweise derart ausgebildet, dass sich die Räder des Fahrzeugs jeweils unabhängig voneinander abbremsen lassen, sodass eine besonders genaue Beeinflussung des Istwerts der Gierratengröße möglich ist. Die Lenkmittel sind in bekannter Weise zur Beeinflussung des an den lenkbaren Rädern des Fahrzeugs einstellbaren Lenkwinkels vorgesehen. Das Eingreifen in die Lenkmittel des Fahrzeugs erlaubt eine besonders verzögerungsarme und somit komfortbetonte Einflussnahme auf den Istwert der Gierratengröße. Die Bremsmittel und/oder die Antriebsmittel und/oder die Lenkmittel lassen sich hierbei von der Auswerteeinheit über eine Steuereinrichtung zur Durchführung fahrerunabhängiger Eingriffe ansteuern.

Vorteilhafterweise sind die Erfassungseinrichtung, die Auswerteeinheit und die Steuereinrichtung Bestandteil eines Elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP-Systems), sodass insbesondere durch Modifikation eines herkömmlichen bzw. im Fahrzeug bereits vorhandenen ESP-Systems eine kostengünstige und vergleichsweise einfache Umsetzung bzw. Nachrüstung des erfindungsgemäßen Stabilitätssystems möglich ist.



Um den Fahrer auf das Vorliegen eines kippkritischen Zustands des Fahrzeugs hinzuweisen, sind von der Auswerteeinheit ansteuerbare Fahrerinformationsmittel zur Ausgabe einer optischen und/oder akustischen Fahrerinformation vorgesehen, wobei die Auswerteeinheit die Ausgabe der optischen und/oder akustischen Fahrerinformation in Zusammenhang mit der Ansteuerung der Fahrzeugaggregate veranlasst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms.

Fig. 1 zeigt ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug. Die Vorrichtung umfasst eine Erfassungseinrichtung 10, die einen Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  einer die Gierrate des Fahrzeugs beschreibenden Gierratengröße ermittelt, und eine Auswerteeinheit 11, die einen Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße und einen den Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  zur Vermeidung eines Umkippens des Fahrzeugs geeignet begrenzenden Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße ermittelt. Bei der Erfassungseinrichtung 10 handelt es sich beispielsweise um einen im Fahrzeug angeordneten und mit der Auswerteeinheit 11 in Wirkverbindung stehenden Gierratensensor. Weiterhin ist eine mit der Auswerteeinheit 11 in Wirkverbindung stehende Steuereinrichtung 12 vorhanden, die zur fahrerunabhängigen Ansteuerung von zur Beeinflussung der Längs- und/oder Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehenen Fahrzeugaggregaten 13 vorgesehen ist. Die Erfassungseinrichtung 10, die Auswerteeinheit 11 und die Steuereinrichtung 12

sind Bestandteil eines im Fahrzeug vorhandenen Elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP-Systems).

Bei den Fahrzeugaggregaten 13 handelt es sich um zur Erzeugung eines auf das Fahrzeug wirkenden Vortriebs vorgesehene Antriebsmittel 13a und/oder um zur Abbremsung von Rädern des Fahrzeugs vorgesehene Bremsmittel 13b und/oder um zur Beeinflussung der Lenkung des Fahrzeugs vorgesehenen Lenkmittel 13c. Die Antriebsmittel 13a umfassen unter anderem Motor, Getriebe und Getriebekupplung des Fahrzeugs, wohingegen die Bremsmittel 13b Rädern des Fahrzeugs zugeordnete Radbremseinrichtungen aufweisen. Die Bremsmittel 13b sind derart ausgebildet, dass sich die Räder des Fahrzeugs jeweils unabhängig voneinander abbremsen lassen. Die Lenkmittel 13c sind in bekannter Weise zur Beeinflussung eines an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs einstellbaren Lenkwinkels vorgesehen.

Die Auswerteeinheit 11 steuert die Fahrzeugaggregate 13 auf Basis eines Vergleichs zwischen dem ermittelten Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße und dem ermittelten Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße derart an, dass der ermittelte Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße den ermittelten Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße einnimmt, wofür für den Fall, dass der Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße den Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße überschreitet, die Auswerteeinheit 11 zur Vermeidung eines Umkippens des Fahrzeugs den ermittelten Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße auf den ermittelten Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße begrenzt.

Der Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße wird von der Auswerteeinheit 11 in Abhängigkeit einer ermittelten Lenkwinkelgröße  $\delta$ , die den an den lenkbaren Rädern des Fahrzeugs einstellbaren Lenkwinkel beschreibt, und/oder einer Längsgeschwindigkeitsgröße  $v_f$ , die die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs beschreibt, auf Basis eines Einspur-Fahrzeugmodells ermittelt.

Zur Ermittlung der Lenkwinkelgröße  $\delta$  ist ein Lenkradwinkelsensor 14 vorgesehen, der die Auslenkung  $\alpha$  eines zur fahrerseitigen Beeinflussung des Lenkwinkels im Fahrzeug angeordneten Lenkbedienelements 15 erfasst und in ein entsprechendes Signal umwandelt, das auf die Auswerteeinheit 11 geführt wird. Weiterhin sind Raddrehzahlsensoren 20 vorhanden, die die an Rädern des Fahrzeugs auftretenden Raddrehzahlen erfassen und entsprechende Signale erzeugen, die der Auswerteeinheit 11 zur Ermittlung der Längsgeschwindigkeitsgröße  $v_f$  zugeführt werden.

Erfindungsgemäß ermittelt die Auswerteeinheit 11 den Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße in Abhängigkeit eines Grenzwerts  $\varphi_{\text{grenz}}$  einer einen Kippwinkel des Fahrzeugs beschreibenden Kippwinkelgröße  $\varphi$ . Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Kippwinkelgröße  $\varphi$  um den Wankwinkel des Fahrzeugs, der eine Drehung des Fahrzeugs um eine in Fahrzeuglängsrichtung orientierte Wankachse beschreibt. Anstelle des Wankwinkels ist natürlich auch die Verwendung einer beliebigen anderen, einen Kippwinkel des Fahrzeugs beschreibenden Kippwinkelgröße  $\varphi$  vorstellbar.

Die Ermittlung des Grenzwerts  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$  erfolgt auf Basis kinematischer Überlegungen. Die Auswerteeinheit 11 berücksichtigt hierbei Größen, die den Beladungszustand und/oder Geometrieigenschaften und/oder Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisieren. Der Beladungszustand des Fahrzeugs wird beispielsweise durch Angabe der Schwerpunktlage und/oder der Masse des Fahrzeugs charakterisiert. Dementsprechend umfassen die den Beladungszustand des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$ , die die Lage des Schwerpunkts des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Massegröße  $m_f$ , die die Masse des Fahrzeugs beschreibt. Die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  soll im vorliegenden Fall die Höhe des Schwerpunkts des Fahrzeugs relativ zur Fahrbahnoberfläche beschreiben. In Zusammenhang mit den Geometrie- und Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs hat

vor allem die Spurbreite, die Lage des Kippzentrums und die Kippsteifigkeit der Karosserie des Fahrzeugs erheblichen Einfluss auf das Kippverhalten des Fahrzeugs. Die die Geometrieigenschaften des Fahrzeugs charakterisierenden Größen umfassen daher eine Spurbreitengröße  $s_f$ , die die Spurbreite des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Kippzentrumslagengröße  $h_w$ , die die Lage des Kippzentrums des Fahrzeugs beschreibt. Die Kippzentrumslagengröße  $h_w$  soll im vorliegenden Fall die Höhe des Kippzentrums des Fahrzeugs beschreiben. Die die Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisierenden Größen schließlich umfassen eine Kippsteifigkeitsgröße  $c_\varphi$ , die die Kippsteifigkeit des Fahrzeugs beschreibt.

Die Auswerteeinheit 11 ermittelt die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  und/oder die Massegröße  $m_f$  während und/oder vor Beginn der Fahrt des Fahrzeugs. Die Ermittlung erfolgt in Abhängigkeit von Größen, die den Bewegungszustand des Fahrzeugs charakterisieren, und/oder in Abhängigkeit des zeitlichen Verhaltens wenigstens einer dieser Größen. Die den Bewegungszustand des Fahrzeugs charakterisierenden Größen umfassen eine Wankwinkelgröße, die den Wankwinkel des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Nickwinkelgröße, die den Nickwinkel des Fahrzeugs beschreibt. Die Bestimmung der Wankwinkelgröße und/oder der Nickwinkelgröße erfolgt durch Auswertung der an Radfedereinrichtungen des Fahrzeugs auftretenden Einfederwege, die mittels geeigneter, mit der Auswerteeinheit 11 in Wirkverbindung stehender Federwegsensoren 21 erfasst werden. Die Federwegsensoren 21 sind bei Fahrzeugen, die mit einer Luftfederung ausgestattet sind, in der Regel vorhanden.

Bei der Spurbreitengröße  $s_f$ , der Kippzentrumslagengröße  $h_w$  und der Kippsteifigkeitsgröße  $c_\varphi$  handelt es sich im allgemeinen um Invarianten, die in Form fester Werte in der Auswerteeinheit 11 abgelegt sind.

Alternativ zur beschriebenen Ermittlung der Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  und/oder der Massegröße  $m_f$  ist die erfindungsgemäße

Vorrichtung derart ausgebildet, dass in der Auswerteeinheit 11 jeweils ein fest vorgegebener Wert für die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  und/oder die Massegröße  $m_f$  abgelegt ist. Die in der Auswerteeinheit 11 abgelegten Werte werden derart vorgegeben, dass selbst ungünstige Beladungszustände berücksichtigt werden und zu keinem Umkippen des Fahrzeugs führen können („worst case“).

Bei der Ermittlung der Gierratengröße berücksichtigt die Auswerteeinheit 11 zusätzlich oder alternativ Größen, die die Querdynamik des Fahrzeugs charakterisieren und die eine Querschleunigungsgröße  $a_q$  umfassen, die die auf das Fahrzeug wirkende Querschleunigung beschreibt. Die Ermittlung der Querschleunigungsgröße  $a_q$  erfolgt mittels eines im Fahrzeug angeordneten Querschleunigungssensors 22, dessen Signale der Auswerteeinheit 11 zur Verfügung gestellt werden.

Im Falle eines kippstabilen Zustands, bei dem alle Räder des Fahrzeugs Kontakt zur Fahrbahnoberfläche aufweisen, ergibt sich unter Beachtung der Drehimpulserhaltung eine Differentialgleichung der Form

$$\theta_{xx} \cdot \ddot{\varphi} = m_f \cdot (h_{sp} - h_w) (a_q + g \cdot \varphi) - c_\varphi \cdot \varphi - d_\varphi \cdot \dot{\varphi} \quad , \quad (1.1)$$

mit:

- $\varphi$  ~ Kippwinkelgröße (Wankwinkel)
- $\theta_{xx}$  ~ Hauptträgheitsmoment des Fahrzeugs  
um die Kippachse (Wankachse)
- $m_f$  ~ Massegröße
- $h_{sp}$  ~ Schwerpunktlagengröße
- $h_w$  ~ Kippzentrumslagengröße
- $a_q$  ~ Querschleunigungsgröße
- $g$  ~ Erdbeschleunigungsgröße
- $c_\varphi$  ~ Kippsteifigkeitsgröße
- $d_\varphi$  ~ Kippdämpfungsgröße

Die Kippdämpfungsgröße  $d_\varphi$  beschreibt hierbei die Kippdämpfung des Fahrzeugs, die sich aus den Dämpfungseigenschaften der Radfedereinrichtungen ergibt.

Unter der Voraussetzung, dass die Kippwinkelgröße  $\varphi$  im Falle eines kippstabilen Zustands des Fahrzeugs stationäre Werte annimmt,  $\ddot{\varphi} = \dot{\varphi} = 0$ , folgt aus Gleichung (1.1)

$$\varphi = \frac{a_q}{g} \cdot \varphi_0 \quad , \quad (1.2)$$

mit

$$\varphi_0 := \frac{1}{k_\varphi - 1} \quad (1.3)$$

und

$$k_\varphi := \frac{c_\varphi}{m_f \cdot g \cdot (h_{sp} - h_w)} \quad . \quad (1.4)$$

Andererseits ergibt sich im Falle eines kippenden Zustands, bei dem wenigstens eines der kurveninneren Räder des Fahrzeugs keinen Kontakt mehr zur Fahrbahnoberfläche aufweist, eine Differentialgleichung der Form

$$\begin{aligned} \theta_{xx} \cdot \ddot{\varphi} = & -m_f \cdot g \cdot \left( \frac{s_f}{2} \cdot \cos\varphi - h_{sp} \cdot \sin\varphi \right) \\ & + m_f \cdot a_q \cdot \left( h_{sp} \cdot \cos\varphi - \frac{s_f}{2} \cdot \sin\varphi \right) \quad , \end{aligned} \quad (2.1)$$

mit:

$s_f$  - Spurbreitengröße

Unter der Voraussetzung, dass die Kippwinkelgröße  $\varphi$  und deren zeitliche Änderung bzw. zeitliche Ableitung  $\dot{\varphi}$  im Falle eines kippenden Zustands des Fahrzeugs stationäre Werte annimmt,  $\ddot{\varphi} = 0$ , ergibt sich aus Gleichung (2.1)

$$\varphi = \arctan \left( \frac{\frac{s_f}{2h_{sp}} - \frac{a_q}{g}}{1 + \frac{s_f}{2h_{sp}} \frac{a_q}{g}} \right) . \quad (2.2)$$

Für kleine Werte der Kippwinkelgröße  $\varphi$  ergibt sich durch Reihenentwicklung der Gleichung (2.2)

$$\varphi \approx \frac{\frac{s_f}{2h_{sp}} - \frac{a_q}{g}}{1 + \frac{s_f}{2h_{sp}} \frac{a_q}{g}} . \quad (2.3)$$

Werden die Gleichungen (1.2) und (2.3) jeweils nach der Querbeschleunigungsgröße  $a_q$  aufgelöst, danach gleichgesetzt und schließlich nach der Kippwinkelgröße  $\varphi$  aufgelöst, ergibt sich eine Gleichung der Gestalt

$$\varphi_{\text{grenz}} \approx -\frac{h_{sp}}{s_f}(1+\varphi_0) + \sqrt{\left(\frac{h_{sp}}{s_f}\right)^2 (1+\varphi_0)^2 + \varphi_0} , \quad (3.1)$$

die einen Grenzwert  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$  angibt, der einen definierten Übergang zwischen einem kippstabilen und einem kippenden Zustand des Fahrzeugs charakterisiert.

Zur Ermittlung des Grenzwerts  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße gemäß Gleichung (3.1) müssen also die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$ , die Massegröße  $m_f$ , die Spurbreitengröße  $s_f$ , die Kippzentrumslagengröße  $h_w$  und die Kippsteifigkeitsgröße  $c_\varphi$ , nicht aber die Querbeschleunigungsgröße  $a_q$  bekannt sein,

$$\varphi_{\text{grenz}} \equiv \varphi_{\text{grenz}}(h_{sp}, m_f, s_f, h_w, c_\varphi) . \quad (3.2)$$

Entsprechendes gilt dann auch für die Ermittlung des Grenzwerts  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße,

$$\psi_{\text{grenz}} \equiv \psi_{\text{grenz}}(h_{sp}, m_f, s_f, h_w, c_\varphi) . \quad (3.3)$$

Ist die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  unbekannt, so bietet sich ein alternativer Ansatz zur Ermittlung des Grenzwerts  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$  an. Hierzu werden die Gleichungen (1.2) und (2.3) gleichgesetzt und danach nach der Querschleunigungsgröße  $a_q$  aufgelöst,

$$a_q \approx -\frac{g \cdot h_{sp}}{\varphi_0 \cdot s_f} (1 + \varphi_0) + g \cdot \sqrt{\left(\frac{h_{sp}}{\varphi_0 \cdot s_f}\right)^2 (1 + \varphi_0)^2 + \frac{1}{\varphi_0}} \quad (3.4)$$

Anschließend werden die Gleichungen (3.1) und (3.4) jeweils nach der Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  aufgelöst, miteinander gleichgesetzt und nach dem Grenzwert  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$  aufgelöst,

$$\varphi_{\text{grenz}} \approx \frac{1 - \frac{2h_w a_q}{s_f g}}{\frac{2c_\varphi}{m_f \cdot g \cdot s_f} + \frac{2h_w}{s_f} + \frac{a_q}{g}} \quad (3.1')$$

Zur Ermittlung des Grenzwerts  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$  gemäß Gleichung (3.1') müssen also die Querschleunigungsgröße  $a_q$ , die Massegröße  $m_f$ , die Spurbreitengröße  $s_f$ , die Kippzentrums-lagengröße  $h_w$  und die Kippsteifigkeitsgröße  $c_\varphi$ , nicht aber die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  bekannt sein,

$$\varphi_{\text{grenz}} \equiv \varphi_{\text{grenz}}(a_q, m_f, s_f, h_w, c_\varphi) \quad (3.2')$$

Entsprechendes gilt dann auch für die Ermittlung des Grenzwerts  $\psi_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße,

$$\psi_{\text{grenz}} \equiv \psi_{\text{grenz}}(a_q, m_f, s_f, h_w, c_\varphi) \quad (3.3')$$

Bildlich dargestellt, spannen die Werte der Kippwinkelgröße  $\varphi$  einen  $n$ -dimensionalen Raum  $\mathcal{R}^n$  ( $n=5$ ) auf, der sich in zwei  $n$ -dimensionale Unterräume aufteilen lässt, von denen ein erster all jene Werte der Kippwinkelgröße  $\varphi$  umfasst, die zu



einem kippstabilen Zustand des Fahrzeugs führen, während ein zweiter all jene Werte der Kippwinkelgröße  $\varphi$  umfasst, bei denen das Fahrzeug einen kippenden Zustand annimmt. Die Schnittmenge der beiden Unterräume stellt dann die Menge aller möglichen Lösungen der Gleichung (3.1) bzw. (3.1') dar.

Die Ermittlung des Grenzwerts  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße erfolgt entweder direkt aus dem ermittelten Grenzwert  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$ ,

$$\dot{\psi}_{\text{grenz}} \equiv \dot{\psi}_{\text{grenz}}(\varphi_{\text{grenz}}) \quad , \quad (3.5)$$

oder aber unter Zulassung einer Toleranz  $\pm \Delta\varphi_{\text{safe}}$  für den Grenzwert  $\varphi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\varphi$ ,

$$\dot{\psi}_{\text{grenz}} \equiv \dot{\psi}_{\text{grenz}}(\varphi_{\text{grenz}}) \pm \Delta\dot{\psi}_{\text{grenz}}(\Delta\varphi_{\text{grenz}}) \quad . \quad (3.6)$$

Um den Fahrer auf das Vorliegen einer kippkritischen Situation hinzuweisen, sind von der Auswerteeinheit 11 ansteuerbare Fahrerinformationsmittel 23 zur Ausgabe einer optischen und/oder akustischen Fahrerinformation vorgesehen.

Die fahrerseitige Aktivierung bzw. Deaktivierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt mittels eines im Fahrzeug angeordneten Schalters 24.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms. Das Verfahren wird in einem Initialisierungsschritt 40 gestartet, woraufhin in einem ersten Hauptschritt 41 der Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße ermittelt wird. Parallel hierzu wird in einem zweiten Hauptschritt 42 die Lenkwinkelgröße  $\delta$  und/oder die Längsgeschwindigkeitsgröße  $v_f$  ermittelt, um danach in einem dritten Hauptschritt 43 in Abhängigkeit der Lenkwinkelgröße  $\delta$  und/oder der Längsgeschwindigkeitsgröße  $v_f$  den Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße auf Basis des Einspur-Fahrzeugmodells zu er-

mitteln. Weiterhin wird parallel in einem vierten Hauptschritt 44 die Schwerpunktlagengröße  $h_{sp}$  und/oder die Massegröße  $m_f$  und/oder die Querschleunigungsgröße  $a_q$  und/oder die Spurbreitengröße  $s_f$  und/oder die Kippzentrumslagengröße  $h_w$  und/oder die Kippsteifigkeitsgröße  $c_\phi$  ermittelt bzw. zur Verfügung gestellt, um in einem darauffolgenden fünften Hauptschritt 45 den Grenzwert  $\phi_{\text{grenz}}$  der Kippwinkelgröße  $\phi$  und in dessen Abhängigkeit wiederum den Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße zu ermitteln.

Der im ersten Hauptschritt 41 ermittelte Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße wird in einem sechsten Hauptschritt 46 mit dem im dritten Hauptschritt 43 ermittelten Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße verglichen, wobei überprüft wird, ob der Betrag der Differenz aus dem Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße und dem Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße einen vorgegebenen Schwellenwert  $\Delta\dot{\psi}_{\text{ref}}$  überschreitet,

$$|\dot{\psi}_{\text{soll}} - \dot{\psi}_{\text{ist}}| > \Delta\dot{\psi}_{\text{ref}} \quad . \quad (4.1)$$

Ist die durch die Gleichung (4.1) gegebene Bedingung nicht erfüllt, kehrt das Verfahren zu den Hauptschritten 41, 42 und 44 zurück, um erneut mit der Ermittlung des Istwerts  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße, des Sollwerts  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße und des Grenzwerts  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße zu beginnen. Andernfalls wird mit einem siebten Hauptschritt 47 fortgefahren, in dem weiterhin überprüft wird, ob der Betrag des im dritten Hauptschritt 43 ermittelten Sollwerts  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße den im fünften Hauptschritt 45 ermittelten Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße erreicht,

$$|\dot{\psi}_{\text{soll}}| \leq \dot{\psi}_{\text{grenz}} \quad . \quad (4.2)$$

Trifft die durch die Gleichung (4.2) gegebene Bedingung zu, werden die Fahrzeugaggregate 13 in einem nachfolgenden neunten Hauptschritt 49 derart angesteuert, dass der im ersten Hauptschritt 41 ermittelte Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße

den im dritten Hauptschritt 43 ermittelten Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße einnimmt. Danach wird das Verfahren in einem Schlussschritt 50 beendet.

Wird im siebten Hauptschritt 47 hingegen festgestellt, dass der Betrag des im dritten Hauptschritt 43 ermittelten Sollwerts  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße den im fünften Hauptschritt 45 ermittelten Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße überschreitet, so wird in einem achten Hauptschritt 48 der Betrag des im dritten Hauptschritt 43 ermittelten Sollwerts  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße auf den im fünften Hauptschritt 45 ermittelten Grenzwert  $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$  der Gierratengröße begrenzt, woraufhin im neunten Hauptschritt 49 die Fahrzeugaggregate 13 derart angesteuert werden, dass der Istwert  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$  der Gierratengröße den begrenzten Sollwert  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$  der Gierratengröße einnimmt. Anschließend wird das Verfahren ebenfalls im Schlussschritt 50 beendet.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug, mit einer Erfassungseinrichtung (10), die einen Istwert ( $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) einer die Gierratengröße des Fahrzeugs beschreibenden Gierratengröße ermittelt, mit einer Auswerteeinheit (11), die einen Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße und einen Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) zur Vermeidung eines Umklippens des Fahrzeugs geeignet begrenzenden Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße ermittelt, und mit einer Steuereinrichtung (12) zur Ansteuerung von Fahrzeugaggregaten (13), die zur Beeinflussung der Längs- und/oder Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehen sind, wobei die Auswerteeinheit (11) auf Basis eines Vergleichs zwischen dem ermittelten Istwert ( $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) der Gierratengröße und dem ermittelten Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße die Fahrzeugaggregate (13) derart ansteuert, dass der ermittelte Istwert ( $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) der Gierratengröße den ermittelten Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße einnimmt, wobei für den Fall, dass der Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße den Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße überschreitet, die Auswerteeinheit (11) zur Vermeidung eines Umklippens des Fahrzeugs den ermittelten Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße auf den ermittelten Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße begrenzt, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (11) den Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße in Abhängigkeit eines Grenzwerts ( $\varphi_{\text{grenz}}$ ) einer einen Kippwinkel des Fahrzeugs beschreibenden Kippwinkelgröße ( $\varphi$ ) ermittelt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der von der Auswerteeinheit (11) ermittelte Grenzwert ( $\varphi_{\text{grenz}}$ ) der Kippwinkelgröße einen Übergang zwischen einem kippstabilen und einem kippenden Zustand des Fahrzeugs charakterisiert.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinheit (11) den Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße in Abhängigkeit einer ermittelten Lenkwinkelgröße ( $\delta$ ), die den an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs einstellbaren Lenkwinkel beschreibt, und/oder einer Längsgeschwindigkeitsgröße ( $v_f$ ), die die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs beschreibt, ermittelt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinheit (11) den Grenzwert ( $\varphi_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße in Abhängigkeit von Größen, die den Beladungszustand und/oder Geometrieeigenschaften und/oder Karosseriееigenschaften des Fahrzeugs charakterisieren, ermittelt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die den Beladungszustand des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Schwerpunktlagengröße ( $h_{\text{sp}}$ ), die die räumliche Lage des Schwerpunkts des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Massegröße ( $m_f$ ), die die Masse des Fahrzeugs beschreibt, umfassen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die die Geometrieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Spurbreitengröße ( $s_f$ ), die die Spurbreite des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Kipp-

zentrumslagengröße ( $h_w$ ), die die Lage des Kippzentrums des Fahrzeugs beschreibt, umfassen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die die Karosserieeigenschaften des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Kippsteifigkeitsgröße ( $c_\phi$ ), die die Kippsteifigkeit der Karosserie des Fahrzeugs beschreibt, umfassen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinheit (11) die Schwerpunktlagengröße ( $h_{sp}$ ) und/oder die Massegröße ( $m_f$ ) während und/oder vor Beginn der Fahrt des Fahrzeugs ermittelt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinheit (11) die Schwerpunktlagengröße ( $h_{sp}$ ) und/oder die Massegröße ( $m_f$ ) in Abhängigkeit von Größen, die den Bewegungszustand des Fahrzeugs charakterisieren, und/oder in Abhängigkeit des zeitlichen Verhaltens wenigstens einer dieser Größen ermittelt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die den Bewegungszustand des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Wankwinkelgröße, die den Wankwinkel des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer Nickwinkelgröße, die den Nickwinkel des Fahrzeugs beschreibt, umfassen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in der Auswerteeinheit (11) jeweils ein fest vorgegebener Wert für die Schwerpunktlagengröße ( $h_{sp}$ ) und/oder die Massegröße ( $m_f$ ) abgelegt ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswerteeinheit (11) den Grenzwert ( $\phi_{\text{grenz}}$ ) der Kippwinkelgröße in Abhängigkeit von Größen, die die Querdynamik des Fahrzeugs charakterisieren, ermittelt.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die die Querdynamik des Fahrzeugs charakterisierenden Größen eine Querbeschleunigungsgröße ( $a_q$ ), die die auf das Fahrzeug wirkende Querbeschleunigung beschreibt, umfassen.
14. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass es sich bei den Fahrzeugaggregaten (13) um zur Erzeugung eines auf das Fahrzeug wirkenden Vortriebs vorgesehene Antriebsmittel (13a) und/oder um zur Abbremsung von Rädern des Fahrzeugs vorgesehene Bremsmittel (13b) und/oder um zur Beeinflussung der Lenkung des Fahrzeugs vorgesehene Lenkmittel (13c) handelt.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bremsmittel (13b) derart ausgebildet sind, dass sich die Räder des Fahrzeugs jeweils unabhängig voneinander abbremsen lassen.
16. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Erfassungseinrichtung (10), die Auswerteeinheit (11) und die Steuereinrichtung (12) Bestandteil eines im Fahrzeug vorhandenen Elektronischen Stabilitäts-Programms sind.

17. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass von der Auswerteeinheit (11) ansteuerbare Fahrerinformationsmittel (23) zur Ausgabe einer optischen und/oder akustischen Fahrerinformation vorgesehen sind, wobei die Auswerteeinheit (11) die Ausgabe der optischen und/oder akustischen Fahrerinformation in Zusammenhang mit der Ansteuerung der Fahrzeugaggregate (13) veranlasst.
18. Verfahren zur Kippverhinderung für ein Fahrzeug, bei dem ein Istwert ( $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) einer die Gierratengröße beschreibenden Gierratengröße ermittelt wird, und bei dem ein Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße und ein Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße ermittelt wird, wobei auf Basis eines Vergleichs zwischen dem ermittelten Istwert ( $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) der Gierratengröße und dem ermittelten Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße die Längs- und/oder Querdynamik des Fahrzeugs derart beeinflusst wird, dass der ermittelte Istwert ( $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) der Gierratengröße den ermittelten Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße einnimmt, wobei für den Fall, dass der Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße den Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße überschreitet, zur Vermeidung eines Umklippens des Fahrzeugs der ermittelte Sollwert ( $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) der Gierratengröße auf den ermittelten Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße begrenzt wird, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Grenzwert ( $\dot{\psi}_{\text{grenz}}$ ) der Gierratengröße in Abhängigkeit eines Grenzwerts ( $\varphi_{\text{grenz}}$ ) einer einen Kippwinkel des Fahrzeugs beschreibenden Kippwinkelgröße ( $\varphi$ ) ermittelt wird.



1/2

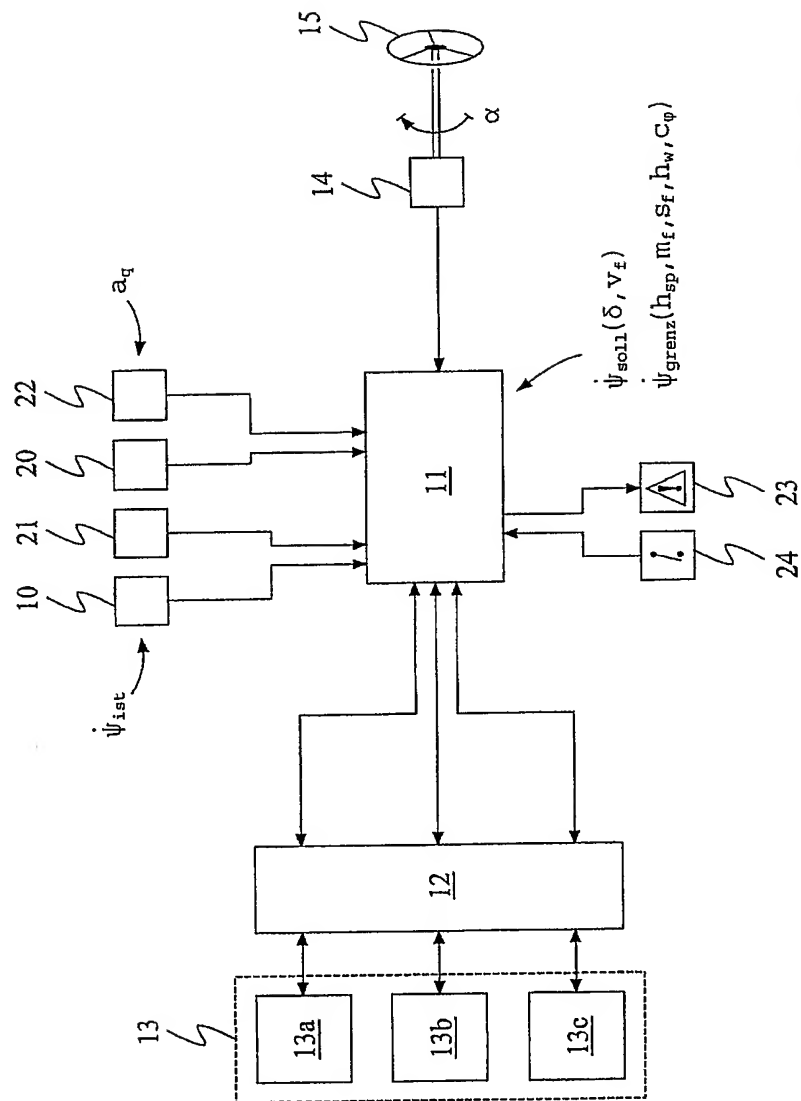


FIG. 1

2/2

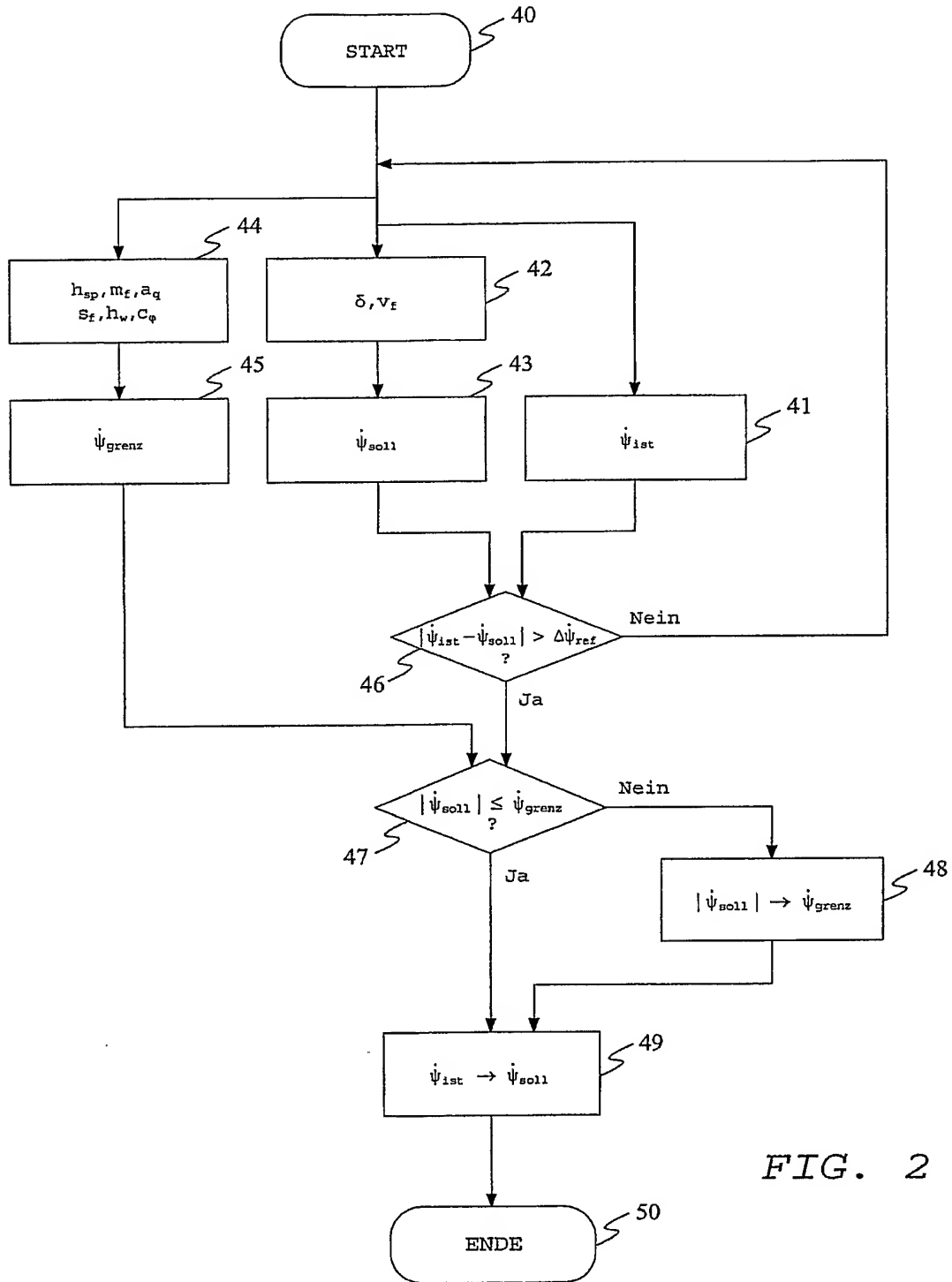


FIG. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/014593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B60T B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 30 189 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 18 November 1999 (1999-11-18) cited in the application the whole document	1
A	EP 0 914 997 A (GENERAL MOTORS CORPORATION) 12 May 1999 (1999-05-12) paragraph '0035! - paragraph '0036!; figures	1
A	US 5 668 724 A (EHRET ET AL) 16 September 1997 (1997-09-16) abstract	1
A	US 5 332 300 A (HARTMANN ET AL) 26 July 1994 (1994-07-26) abstract; figures	1
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2005

Date of mailing of the international search report

10/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ferro Pozo, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/014593

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 175 790 B1 (LIN WILLIAM CHIN-WOEI ET AL) 16 January 2001 (2001-01-16) abstract -----	1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/014593

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 19830189	A1	18-11-1999	WO	9930942 A1	24-06-1999
			EP	1040033 A1	04-10-2000
			JP	2002508275 T	19-03-2002
			US	6554293 B1	29-04-2003
EP 0914997	A	12-05-1999	US	6035251 A	07-03-2000
			EP	0914997 A2	12-05-1999
			US	6122584 A	19-09-2000
US 5668724	A	16-09-1997	DE	4030704 A1	02-04-1992
			AT	131119 T	15-12-1995
			DE	59107033 D1	18-01-1996
			WO	9205984 A2	16-04-1992
			EP	0503030 A1	16-09-1992
			JP	5502422 T	28-04-1993
			JP	2003127850 A	08-05-2003
			KR	215611 B1	16-08-1999
US 5332300	A	26-07-1994	DE	3731756 A1	30-03-1989
			AT	89521 T	15-06-1993
			DE	3881202 D1	24-06-1993
			WO	8902842 A1	06-04-1989
			EP	0339056 A1	02-11-1989
US 6175790	B1	16-01-2001	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/014593

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B60T8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60T B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 30 189 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 18. November 1999 (1999-11-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1
A	EP 0 914 997 A (GENERAL MOTORS CORPORATION) 12. Mai 1999 (1999-05-12) Absatz '0035! - Absatz '0036!; Abbildungen -----	1
A	US 5 668 724 A (EHRET ET AL) 16. September 1997 (1997-09-16) Zusammenfassung -----	1
A	US 5 332 300 A (HARTMANN ET AL) 26. Juli 1994 (1994-07-26) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1
-/--		



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ferro Pozo, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/014593

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 6 175 790 B1 (LIN WILLIAM CHIN-WOEI ET AL) 16. Januar 2001 (2001-01-16) Zusammenfassung</p> <p>-----</p>	1

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/014593

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19830189	A1	18-11-1999	WO 9930942 A1 24-06-1999
			EP 1040033 A1 04-10-2000
			JP 2002508275 T 19-03-2002
			US 6554293 B1 29-04-2003
EP 0914997	A	12-05-1999	US 6035251 A 07-03-2000
			EP 0914997 A2 12-05-1999
			US 6122584 A 19-09-2000
US 5668724	A	16-09-1997	DE 4030704 A1 02-04-1992
			AT 131119 T 15-12-1995
			DE 59107033 D1 18-01-1996
			WO 9205984 A2 16-04-1992
			EP 0503030 A1 16-09-1992
			JP 5502422 T 28-04-1993
			JP 2003127850 A 08-05-2003
			KR 215611 B1 16-08-1999
US 5332300	A	26-07-1994	DE 3731756 A1 30-03-1989
			AT 89521 T 15-06-1993
			DE 3881202 D1 24-06-1993
			WO 8902842 A1 06-04-1989
			EP 0339056 A1 02-11-1989
US 6175790	B1	16-01-2001	KEINE